

国際会議報告

第 43 回 Ironmaking Conference
と米国・メキシコの直接製鉄

八木順一郎*・高橋礼二郎*

第 43 回 Ironmaking Conference は ISS-AIME の主催で 4 月 1 日～4 日までイリノイ州シカゴ市で開催された。シカゴはミシガン湖の南西端に位置する米国中西部最大の工業都市であり、市内に林立する高層ビルはアメリカ近代建築を代表するものである。中でも 110 階建てのシアーズタワーは世界一の高さ大きさを誇っており、103 階の展望台からは広大なシカゴ域を一目でみわたすことができる。これら高層ビル群はミシガン湖に沿って広がる公園、ミシガン通りを走る車の列と不思議な調和を保っている。本年シカゴ市は我が国と同様たいへん寒い冬にみまわれ、4 月初旬には公園の樹木もまだ芽をふかず、湖沿いには冬の間すすられた雪が氷に変化してまだ残っていた。

さて、Ironmaking Conference は米国の国内会議であり、毎年開催されているが、諸外国からの参加もかなりあり国際会議化されたものである。本年の参加者は 480 名程度であり、参加国は西ヨーロッパの国々、日本ならびに北米のカナダ、U. S. A.、メキシコといつたところであつた。今年はオーストラリアからの論文発表がなかつたのはやや残念であつた。

この会議はつぎの 12 のセッションで構成されていた。

1) Cokemaking Research, 2) Blast Furnace Stack Phenomena, 3) Agglomeration Sintering, 4) Process Control-Cokemaking, 5) Intermediate Repair & Modernization, 6) Technology of Low Level Blast Furnace Operations, 7) Casting & Casthouse Practice, 8) Agglomeration Pelletizing and Sintering, 9) By-Products and Pollution Control, 10) Blast Furnace Operation and Control, 11) Direct Reduction, 12) Coke Oven Operation. 各セッションとも 4, 5 編の論文が発表されることになつていた。ところが、合計 56 編の発表予定論文のうち、実際には 14 編がとり消されており、42 論文が発表されただけであり、出発前の期待感からするとややさびしさを感じた。

著者の 1 人は 6 年前、1978 年にもこの会議 (第 37 回) に参加したが、当時は北米における新設備の稼働状態、たとえば、高炉の火入れや、コークス炉の操業開始などがかなり報告されていたことを記憶しているが、今年新設備の稼働については米国からは還元鉄製造用ロータリーキルンに関する報告が 1 件あつたのみであつた。

高炉やコークス炉の操業については数年前の鉄鋼不況を反映し、全世界的に、Energy Saving, コスト・ダウン、製品の品質、寿命の延長、生産の flexibility 等が主要な改善対象とされていたが、本会議では高炉については炉体冷却と耐火レンガの補修による寿命延長、操業率 $0.8 \text{ t/m}^3 \cdot \text{d}$ を割るほどの低生産率操業ならびに Banking 等が報告された。

現在、米国の鉄鋼業は約 60% 操業といわれているが、数年前には不況下における需要の減少により 40% を下まわる低い操業度にまで落ちこみ、高炉は極度の低生産率操業をよぎなくされていた。この超低生産率操業を達成するため、2 つの方法がとられた。第 1 は減風であり、他は定期的な Banking であつた。

前者の場合、羽口風速ならびに出鉄頻度を通常操業時と同様にすることが重要であると報告されている。この方法でとくにトラブルもなく、かつ、コークス比や溶銑中の Si 含有率も通常操業とほとんど変わることなく、100% ペレット操業の高炉で $0.78 \text{ t/m}^3 \cdot \text{d}$ の低生産速度操業を成功させている。他方、高炉の Banking は 2～12 日間送風を停止するというもので、停止前には Blank Coke が羽口前に達していることの確認、出銑、冷却水のもれ調査などを行う。Banking 中は冷却水のもれ監視、湯道耐火物の保守を行う。再送風開始前には出銑口をあけてから送風する。12 日間 Banking した場合には酸素ランスを使用している。こうすると送風開始後 1 日で通常操業に回復したと報告している。

コークス炉の操業に関する発表はほとんど熱効率の改善による Energy Saving に関するものであつた。直接製鉄のセッションでは石炭を使用するロータリーキルン法について新しく建設されたプロセスについての報告、S を 4% 以上含有する石油コークスを内装したペレットを製造してキルンで還元する LS-RIOR 法の開発、高圧シャフト炉を使用する HyL-III 型パイロットプラントの操業ならびに新しい 200 万 t/y プラントが完成したことの報告などがあつた。しかしながら、直接製鉄に関する発表は、今回だけのことではないが、宣伝効果をねらっているようにみうけられ、ガス還元法にしても、固体の石炭を使用するプロセスにしても、基礎的な研究があまり報告されないのは残念であつた。

焼結の研究は日本から報告された 2 編だけであり、日本鉄鋼協会の講演大会で、ここ数年焼結に関する研究が数多く発表されていることと比較すると、その相違におどろかされる。一方、ペレットについては、性状テストや高炉への使用テストなどが報告されていた。

本会議には大部分のセッションで日本からの発表があり、それらは、いずれも優秀な研究の成果であり、欧米諸国の研究者、技術者の注目的になつていた。今回発表された論文の内容を見る限り、製鉄関係の操業技術においては日本は米国をかなりリードしているように見え

* 東北大学選鉱製錬研究所 工博

た。その中で 1983 年度の発表論文に対して新日鉄の石川泰氏らは Josef S. Kapitan Ironmaking Conference Award を、また、日本鋼管の樋口正昭氏が Thomas L. Joseph Award を受賞された。日本のみならず世界の鉄鋼業へ貢献されたことを評価されたのだと思う。記してお祝申し上げる。

この会議はやはり業界主導型であり、基礎的な大学からの発表がほとんどなく、大学からの参加者が少ないことは、業界と研究機関の間にかかなりの距離があるのではないかと推測され、やや残念にも思ったが、私どものようにプロセスの研究を行うものにはたいへん参考になる面もあり有意義であった。

さて、会議終了後は米国とメキシコの両国にわたり、直接製鉄に関連する計 4 つの大学、研究所ならびに会社を訪問した。以下に順を追ってその印象をお知らせする。

(1) Mineral Resources Research Center, University of Minnesota (Minneapolis)

この研究センターを訪問したのは岩崎巖教授にお逢いして米国の鉱物資源開発の動向(鉄と鋼, 67 (1981), p. 456) や石炭利用による直接製鉄の可能性等を伺いたかつたからである。先生のお話によれば、アメリカ鉄鋼業の現状をミネソタ州から見た場合、タコナイト鉱を使用したペレット 8 工場(計 6000 万 t/y)のうち 2, 3 年前は 7 工場が停止し、20% 操業であったものが最近では 60% まで回復しており、この変化はアメリカ鉄鋼業の変化と密接に対応しているとのことであった。さらに、アメリカ鉄鋼業の設備更新の時期は日本よりも早く来るにもかかわらず、まだ具体的な展望がなく、日本は米国の動向を見てから判断し得る点で有利な立場にあること、また、現状では外国依存度が高く、戦略物質としても重要な Cr, Co, Mn, Pt 等の有価金属のタコナイトからの回収がミネソタでの開発目標となつていることなどの話があつた。

研究センター見学に際し、Thomas Joseph 教授が 1935 年ごろ鉄鉱石の還元反応に関する先駆的な研究に使用していた還元実験装置が部屋の片隅に置かれているのを見せていただいた。この装置は同教授が戦後来日して講演され、その後の日本の製鉄技術の進展に大きな影響を与えたことに関連するもので、前述の樋口氏の受賞のことと考え合せると感慨深いものがあつた。

(2) U. S. Bureau of Mines, Twin Cities Research Center (Minneapolis)

岩崎先生の御紹介により訪問が実現したものでロータリーキルンによる DR プラントや石炭ガス化プロセスの装置などを見せていただいた。ここでは、石炭の有効利用、とくに、鉄鉱石中内装炭の役割等に議論が集中した。

Minneapolis はゆつたりした都市で Chicago と同様

今年の冬は寒さが一段と厳しく、市周辺の湖には約 70 cm 厚さの氷が残り、春いまだしの感があつた。

(3) Midrex Corporation (Charlotte)

(株)神戸製鋼所が経営するようになった後、昨年から金子伝太郎氏が技術面での目付役として常駐されており、同氏のお世話で訪問が実現したものである。

シャフト炉法によるガス還元反応の研究に関して極めて熱心に意見交換や討論がなされたが、とくに会社の事情からか、高圧化のメリット、Fine Ore の利用、石炭利用のシャフト炉プロセス等について議論がなされ、得るところもたいへん大きかつた。また、EDR (Electrothermal Direct Reduction) プロセスや石炭ガス化-脱硫-シャフト炉プロセス等を見せていただいたが石炭利用のシャフト炉プロセスとして極めて興味あるものだつた。

(4) HyLSA Company (Monterrey)

日商岩井、関屋光成氏の御紹介により訪問が実現したもので、ここでも Midrex 社と同様に熱心で、とくに Sicartsa に建設し、間もなく操業を開始する HyL-III 高圧シャフト炉プラント(200 万 t/y)を成功させようとする意欲が強く感じられた。HyL-III 高圧シャフト炉パイロットプラントならびに Reformer, その他還元実験諸設備を見学したあと、高圧化のメリット、移動層の数学モデルとペレットの反応モデル、直接製鉄用原料の開発などについて活発に討論が行われた。

固定層から高圧シャフト炉に変換するにあつた開発経過を見ると、1967 年基礎研究開始、1974 年 HyL-III パイロットプラントによる実験開始、1984 年実機プラント(200 万 t/y)運転開始となつており、やはりこの種の開発には 10 数年の歳月を要するものなのだろう。

1979 年東北大学選鉱製鉄研究所に設置された高圧シャフト炉による還元鉄製造の研究が実験と理論的研究の両面から 1 つのまとまりをもつて発表できるようになつたのは今回の Conference が最初であつた。また、今回訪問した直接製鉄 2 社は合わせて世界の直接製鉄プロセスの 90% のシェアを占める 2 大企業ということもあり、当初は緊張と期待感をもつて日本を出発したが結果としては得るところが大きい有意義な旅行だつたと思つている。振り返つてみると、その理由として次の 3 点を挙げるができるように思える。

1. 会議出席とその後の訪問を通して、直接製鉄の現状と将来指向する方向がかなりよくわかつたこと。
 2. 私どもの研究内容を再評価することができたこと。
 3. 今後とも交流を続けていける多くの人とめぐり会えたこと。
- である。今回の Conference に出席できたのは著者の一人が日方学術振興交付金をいただいたことによるもので、この機会を与えて下さつた協会に心から御礼申し上げます。